

맞춤형 지대주의 표면 형상 및 세척 방법에 관한 문헌 고찰

김선재, 권주현, 장재승

연세대학교 치과대학 강남세브란스 치과병원 치과보철과

Surface Topography and Cleaning Procedures of Customized Abutment: A Literature Review

Sunjai Kim, Joo-Hyun Kwon, Jae-Seung Chang

Department of Prosthodontics, Gangnam Severance Dental Hospital, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

Abstract

The surface characteristics of the dental implant abutment, which penetrates through the gingival mucosa and is exposed to the oral cavity, could play an important role in not only bacterial adhesion and stagnation but also biocompatibility. In fact, the presence of contaminants at the implant abutment connection has been suggested as a cause of associated tissue inflammation and activating factor for osteoclastogenesis. Nowadays, esthetic demands in implant dentistry are greatly increasing, thus the use of customized abutments is increasing noticeably. However, evidence for the quality of preparation on abutment surface topography is insufficient. The influence of the conventional cleaning procedures of customized implant abutments has not yet been investigated or verified as reliable. The purpose of the current review is to briefly describe and characterize the surface topography and cleanliness of customized abutment.

Key Words: cleaning procedures, customized abutment, surface topography

Reprint requests: Jae-Seung Chang
Department of Prosthodontics, Yonsei University College of Dentistry,
211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea
Tel: 82-2-2019-3575, Fax: 82-2-3463-4052
E-mail: jschang@yuhs.ac
Received for publication: June 26, 2015
Accepted for publication: June 29, 2015

교신저자: 장재승
(135-720) 서울시 강남구 연주로 211
강남세브란스 치과병원 치과보철과
Tel: 82-2-2019-3575, Fax: 82-2-3463-4052
E-mail: jschang@yuhs.ac
원고접수일: 2015년 6월 26일
게재확정일: 2015년 6월 29일

Copyright © 2015. The Korean Academy of Oral & Maxillofacial Implantology

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I 서론

임플란트 주위 연조직은 구강과 골조직 사이에서 장기적인 임플란트 성공을 위해 중요한 역할을 한다. 이런 임플란트 주위 연조직은 저혈관성과 저세포성의 상처 조직으로 치아 주위의 치주조직보다 훨씬 낮은 면역학적인 특성을 갖고 있어 박테리아 군집에 저항하는 능력이 떨어진다^{1,2}. 박테리아 군집 외에도 기계적인 과부하, 보철 과정보다 임플란트 주위 연조직에 부정적인 영향을 줄 수 있다^{3,4}. 임플란트 상부구조물로서 지대주는 주위 조직과 결합하며 연조직의 건강과 형태에 영향을 미치므로 지대주의 재료, 표면 특성, 표면 처리가 점막과 지대주의 부착 정도를 결정하는 데 중요한 요소가 되고 지대주 표면의 화학적, 형태학적 특성은 주위의 골조직과 결합조직에 영향을 미친다. 또한 지대주는 잇몸 점막을 통해 구강으로 노출되어 있어 박테리아 점착과 군집뿐 아니라 생체친화적인 면에서도 중요한 역할을 하고 있다. 만약 임플란트와 지대주 연결 부위에 오염물질이 존재한다면 염증 반응을 유발해 조직을 손상시키고 파골 세포를 활성화시켜 골 흡수로 이어져 생물학적 폭경이 재설정될 것이다^{5,6}.

최근 임플란트 치료의 심미적인 요구가 증가함에 따라 맞춤형 지대주의 사용이 눈에 띄게 증가하고 있으나 맞춤형 지대주의 표면 처리에 대한 중요성이 간과되고 있다. 지대주 표면 처리 및 소독에 관한 제조사의 정보가 부족할 뿐 아니라 최소한의 기준도 마련되어 있지 않다. Sawase 등⁷은 다양한 제조사들의 지대주 표면의 형태, 구성, 밀링(milling) 및 마무리 방법, 세척 및 소독 방법 등이 많은 차이가 있다고 하였다. 맞춤형 지대주의 가공 후 외부 및 내부 표면에 오염물질이 존재하므로 일반적으로 증기 세척 과정이 이루어진다. 증기 세척 후에도 지

대주 표면에 존재하는 오염물질은 임플란트 주위 조직에 염증 반응을 일으키고, 치태와 박테리아 군집을 형성하여 지대주와 임플란트 collar 표면에 감염을 일으키는 원인이 된다. 이러한 미생물 오염의 제거는 박테리아 점착과 파골세포의 활성을 감소시킨다. 기공실에서 맞춤형 지대주 가공 후 증기 세척으로 지대주 표면의 오염물질을 제거할 수 있다고 제안되어 왔으나 오염물질이 완전히 제거되는 것은 아니다. 그래서 부가적으로 수성 또는 유기질 매체에서 고주파 파동을 주어 기계적으로 오염물질을 제거하는 초음파 세척이 임상 적용 전에 권유되고 있다^{8,9}. Canullo 등^{10,11}은 5초 동안 맞춤형 지대주를 스팀 세척한 군과 세척 및 멸균 처리한 군을 비교하였을 때 세척 및 멸균 처리한 환자군에서 임플란트 주위 골 흡수가 적다고 2년 임상결과를 보고하기도 하였다.

임플란트 보철물 조합의 가장 중요한 요소 중의 하나가 임플란트와 지대주 사이의 계면이다. 계면의 미세 움직임이나 불일치는 연조직의 부작용, 지대주 나사의 풀림 및 파절이 발생한다¹². 임플란트 지대주 연결의 안정성은 결합 방식, 나사의 피로 특성, 구성성분의 정밀도에 관련되어 있다. 임플란트 구성성분들이 정확히 결합될 때 이상적인 전하중(preload)이 생기며, 임플란트 지대주 연결 부위와 나사에 이물질이나 오염물질에 의한 부정확한 결합은 전하중을 감소시켜 이상적인 결합을 방해하게 된다¹³.

이에 본 논문에서는 맞춤형 지대주의 가공 시 표면 거칠기의 기준과 가공 후 표면의 변화, 변화된 표면에 의한 생물학적과 생역학적 반응 그리고 변화된 표면의 청결도 등을 여러 논문들을 참고로 정리하려고 한다.

II 본론

1. 맞춤형 지대주의 표면 형상

맞춤형 지대주의 점막 관통 부위 표면을 너무 부드럽게 연마하면 연조직의 초기 접착이 어렵고 너무 거칠게 되면 치태 부착이 증가할 것이다. 지대주 표면 거칠기 Sa-value가 $0.2\ \mu\text{m}$ 이하일 경우 치은연하와 치은연상에서 치태 침착을 지연시킬 수 있으나 너무 활택한 경우는 연조직의 접착 안정성에 방해된다. 그래서 표면 거칠기 Sa-value가 $0.2\ \mu\text{m}$ 를 갖는 임플란트 지대주가 박테리아 접합과 연조직 안정성에 균형 있는 반응을 보이고 임상적으로는 Sa-value가 $0.15\sim 0.25\ \mu\text{m}$ 사이의 표면 거칠기가 추천된다¹⁴. Gehrke 등¹⁵은 지대주의 표면 거칠기를 non-tolerable, tolerable, optimal로 분류하여 이러한 표면 거칠기를 지대주 표면 가공 시 점막 부분에 적용되어야 한다고 권유하였다(Table 1).

Canullo 등¹⁶이 맞춤형 지대주의 가공 과정에 따라 표면을 분석한 결과를 살펴보면 완벽하게 청결한 지대주 표면으로 시작하여 첫 번째 바를 사용한 후 전자현미경(scanning electron microscope)으로 분석한 결과 산재하고 있는 윤활제의 미세 입자에 타이타늄 파편 오염물질들이 많이 존재하였다. 두 번째 바를 사용한 결과 표면은

활택해지고 청결해졌다. 그러나 임플란트와 지대주 연결 부위에서는 윤활제와 타이타늄으로 만들어진 많은 양의 오염물질이 관찰되었다. 세 번째 단계인 증기 세척 과정 후에도 지대주의 잇몸 부위, 임플란트 연결 부위, 나사에서 미세 오염물질들이 여전히 관찰되었다. 맞춤형 지대주와 임플란트 연결 부위에서 관찰되는 오염물질들은 임플란트 replica와 지대주 연결 부위를 완전히 봉쇄하지 못한 결과이다. 이러한 오염물질들은 지대주의 잇몸 부분에 치태 침착과 연조직 질환을 유발할 수 있고 지대주와 임플란트 부위의 미세 입자는 정확한 결합을 방해하여 전하중과 동적 하중 후에도 생역학적으로 부정적인 영향을 미칠 수 있다¹³.

2. 생물학적 및 생역학적 반응

전통적인 지대주 밀링 과정은 지대주 표면, 연결 부위, 나사에 오염물질이 존재한다¹⁶. 지대주에 존재하는 오염물질은 생물학적인 면에서 직접적이거나 간접적으로 임플란트 주위 조직에 영향을 미친다. 오염물질은 직접적으로 임플란트 주위 조직의 초기 치유 과정에서 세포 성분과 지대주 사이에서 부정적인 영향을 미친다¹⁷. 금속성 미세 오염은 조직에 염증 반응에 관여하고 결과적으로 파골세포 활성을 일으킨다⁵. 간접적으로는 미세 오염물질은 타이타늄 산화막을 손상시키고 지대주 표면의 거칠기를 증가시켜 치태 축적을 증가시킨다. 미생물학적 요

Table 1. Classification of abutment surface roughness (ASR)¹⁵

ASR (Sa-value), μm	Application
<0.10	Non-tolerable ASR (too smooth, imminent attachment loss)
0.10~0.15	Tolerable ASR (not too smooth)
0.15~0.25	Optimal ASR
0.25~0.35	Tolerable ASR (not too rough)
>0.35	Non-tolerable ASR (too rough, imminent microbial contamination)

Reused from the article of Gehrke et al.¹⁵ (J Adv Prosthodont. 2015; 7: 151-159).

Sunjai Kim et al. : Surface Topography and Cleaning Procedures of Customized Abutment: A Literature Review. Implantology 2015

소가 임플란트 지대주 주위 조직 안정성을 해치는 결과를 일으킨 것이다¹⁸. 더 나아가서 생역학적인 면에서 오염물질을 분석해 보면 임플란트 지대주 연결 부위에서 타이타늄 파편과 산화층은 임플란트와 지대주 사이의 미세 간격을 증가시켜 기계적인 안정성을 해친다¹⁹. 임플란트와 지대주 사이에 관용에도 불구하고 연결 부위와 나사에 오염물질의 존재는 전하중에 부정적인 영향을 미치고 결과적으로 기계적 안정성에도 영향을 미친다¹³.

Olefjord와 Hansson²⁰은 지대주 표면에서 sulfur, phosphor, silicates particles 등이 관찰되었고 이러한 것들은 가공과정에서 유발된 것이라 하였다. 이러한 부산물들은 임플란트 주위 연조직에 부정적인 영향을 미친다. 마모된 입자들이 골 파괴를 일으키는 과정을 보면 마모된 타이타늄 입자들은 endogenous mediator를 통해 monocyte/macrophage를 촉진시킨다²¹. 타이타늄 입자로 인한 급성 염증은 NALP3 inflammasome을 활성화시켜 interleukin (IL)-1 β secretion과 IL-1-associated signaling을 증가시키고, 이때 prostaglandin E2 합성의 조절인자인 cyclooxygenase와 RANK/RANKL이 osteoclast를 분화시킨다고 언급하고 있다^{22,23}. 그러므로 타이타늄 마모로 인한 입자들은 파골세포의 분화를 조절하여 골 흡수를 일으킨다. 이러한 현상이 생체 내 임플란트 지대주 연결 부위에서 발생했을 때 결합조직과 골조직 부위에서 대식세포와 파골세포를 증가시켜 국소적인 염증반응을 일으켜 생물학적 폭경의 재설정과 골 흡수를 야기할 것이다.

3. 맞춤형 지대주의 표면 청결도

임플란트 치료 중 고정체 식립 과정은 멸균과 무균을 기본으로 이루어지나 타이타늄 지대주를 연결하는 과정은 살아있는 조직에 위치 시킴에도 불구하고 멸균과 무균의 개념이 간과되는 부분이 많다. 그 대표적인 경우가 맞춤형 지대주 가공 후 지대주에 대한 표면 처리 과정이

다.

맞춤형 지대주의 표면을 처리하는 방법으로 증기 세척과 초음파 세척이 많이 사용되고 있다. 증기 세척 과정은 일반적으로 4 MPa의 압력으로 5초 동안 지대주에 적용하여 지대주 표면에서 타이타늄 오염물질 입자들을 제거하는데 임플란트 지대주 표면을 완벽히 세척하지는 못한다²⁴. 그래서 임플란트와 지대주가 연결되고 연조직과 접촉되는 지대주 표면에 부가적인 세척과 소독이 필요하게 된다. 초음파 세척은 지대주 표면의 파편을 제거해서 연조직 치유를 유리하게 하는 데 장점이 있다. 초음파 세척은 수성 또는 유기질 매체에 고주파 파장을 주어 대상에 붙어 있는 오염물질에 기계적으로 작용하는 것이다. 60°C 용액에 10분 동안 초음파 세척을 하는데 antibacterial detergent, pure acetone, pure ethylic alcohol 용액에 각각 10분 동안 초음파 세척을 하고, 각 과정마다 60°C 탈염수에 5분 동안 처리하여 총 세척 시간이 45분 소요된

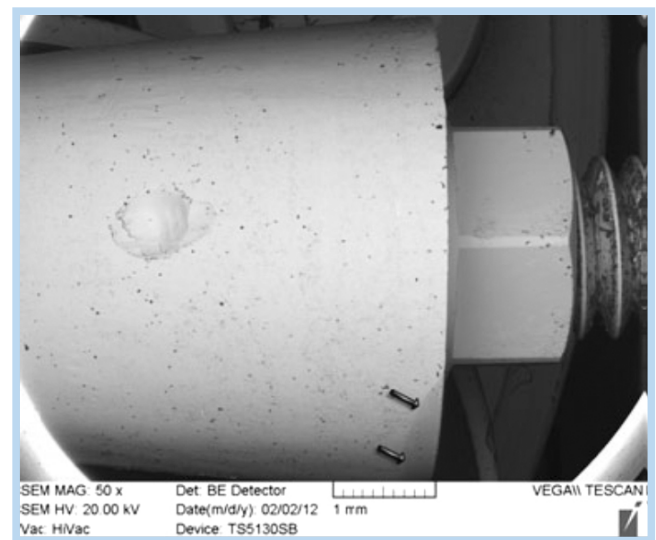


Fig. 1. Abutment surface of steam cleaning: several contaminant micro-particles are clearly visible, identified as lubricant used during abutment preparation¹⁶. Reused from the article of Canullo et al.¹⁶ (Clin Oral Implants Res. 2013; 24: 606–611).

Sunjai Kim et al. : Surface Topography and Cleaning Procedures of Customized Abutment: A Literature Review. *Implantology* 2015

다. 이 방법을 통해 지대주 표면, 연결 부위, 나사에 존재하는 타이타늄 파편이 섞여있는 윤활제의 미세 입자를 제거하여 박테리아 성장을 억제한다⁹. Canullo 등¹⁶은 지대주 가공 후 증기 세척과 초음파 세척 후 현미경적 특징과 미생물학적 특성을 분석한 결과 초음파 세척에서 타

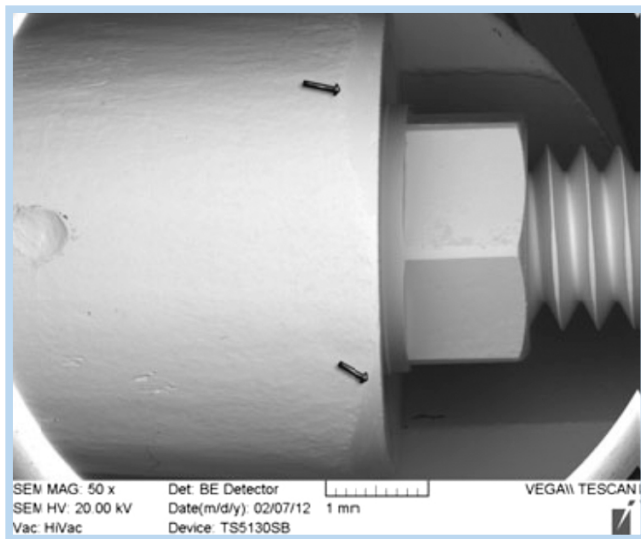


Fig. 2. Abutment surface of ultrasonic cleaning: no pollution is revealed on the abutment surface, connection and screw¹⁶. Reused from the article of Canullo et al.¹⁶ (Clin Oral Implants Res. 2013; 24: 606–611).

Sunjai Kim et al. : Surface Topography and Cleaning Procedures of Customized Abutment: A Literature Review. *Implantology* 2015

이타늄 파편과 미생물의 수가 통계적으로 유의성 있게 나타났다고 보고하였다(Fig. 1, 2). 그러나 초음파 세척은 표면을 멸균하는 것이 아니기 때문에 세척 후에도 아포나 바이러스 등이 남아 있게 되므로 앞으로 맞춤형 지대주 가공 후 표면 처리에 대한 밸리데이션(validation)이 마련되어야 할 것이다.

Spaulding²⁵은 감염 위험 수준에 따라 의료기기를 3가지 카테고리(critical, semicritical, noncritical)로 분류하였고(Table 2) 미국 식품의약국(U.S. Food and Drug Administration)에서 요구하는 세척, 소독, 멸균 수준을 정리하여 그 개요는 다음과 같다^{26,27}. Critical device는 혈관(bloodstream), 무균상태의 조직 및 인체 부위에 사용되는 의료기기로, 철저한 세척과 멸균이 요구되는 의료기기이다. Semicritical device는 점막과 손상된 피부에 접촉하는 의료기기로 철저한 세척과 높은 수준의 소독이 요구되는 의료기기이다. Noncritical device는 손상되지 않은 피부에 접촉하거나 인체에 직접 접촉하지는 않지만 환자 치료 동안 미생물 및 유기물질에 오염될 수 있는 의료기기로서 철저한 세척과 중간 또는 낮은 수준의 소독이 요구된다고 하였다. 멸균과 소독은 엄격하게 개념적으로 분리가 되어 있으며, 절대 혼용해서 사용해서는 안

Table 2. Categories of medical devices²⁵

Category	Exposure criteria	Examples
Critical devices	Contact with the bloodstream or other normally sterile areas of the body, and products with sterile fluid pathways	Surgical instruments, needles, transfer forceps, cardiac catheters, implants, and the blood compartments of hemodialyzers
Semicritical devices	Contact intact mucous membranes or nonintact skin	Noninvasive flexible and rigid fiberoptic endoscopes, endotracheal and aspirator tubes, bronchoscopes, laryngoscopes, vaginal specula, and urinary catheters
Noncritical devices	Contact only the intact skin	Blood pressure cuffs, most neurologic and cardiac diagnostic electrodes

Reused from the article of Spaulding²⁵ (J Hosp Res. 1972; 9: 5–31).

Sunjai Kim et al. : Surface Topography and Cleaning Procedures of Customized Abutment: A Literature Review. *Implantology* 2015

된다. 멸균은 물리적, 화학적 과정으로 통하여 아포를 포함한 모든 미생물을 완전하게 제거하고 파멸시키는 것을 말하며, 주로 고압증기 멸균법, EO가스 멸균법, 건열 멸균법, 플라스마 멸균법 등이 있다. 그리고 소독은 생물체가 아닌 환경으로부터 세균의 아포를 제외한 미생물을 제거하는 과정이다. 일반적으로 액체 화학제나 습식 저온살균제에 의해 이루어진다.

이러한 기준으로 지대주를 연결하는 시기에 따라 표면 처리 방법이 달라질 수 있다. 임플란트 고정체 식립 수술 시 지대주를 연결할 경우는 critical device로 간주해 지대주를 멸균처리해야 하고, 연조직이 안정된 후 고정체에 연결하는 맞춤형 지대주의 경우에는 semicritical로 간주해 지대주를 세척 및 소독처리해야 할 것이다.

III 결론

맞춤형 지대주 가공 후 표면 형상과 표면 처리에 대해서 알아보았다. 임상적으로 표면 거칠기 Sa-value가 $0.15 \sim 0.25 \mu\text{m}$ 로 유지되어야 박테리아 점착과 연조직 안정성에 균형 있는 반응을 유도할 수 있다. 맞춤형 지대주 가공 후 표면을 전자현미경으로 관찰한 결과 가공 후 남은 윤활제 미세 입자에 타이타늄 파편 오염물질들이 많이 존재하였고 미생물학적 분석을 통해서도 미생물이 존재한다는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 오염물질들과 미생물들을 제거하기 위해서 스팀 세척과 초음파 세척을 하게 되는데 스팀 세척보다 초음파 세척 후에 오염물질과 미생물들이 많이 제거되는 것을 알 수 있었다. 장기적으로 임플란트 주위 조직의 생물학적 안정성에 불리한 영향을 줄 수 있는 맞춤형 지대주의 오염에 대해 표준화된 세척 및 소독 방법이 필요할 것이라 생각된다.



References

1. Buser D, Weber HP, Donath K, et al. Soft tissue reactions to non-submerged unloaded titanium implants in beagle dogs. *J Periodontol.* 1992; 63: 225-235.
2. Berglundh T, Lindhe J, Jonsson K, et al. The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *J Clin Periodontol.* 1994; 21: 189-193.
3. Barboza EP, Caúla AL, Carvalho WR. Crestal bone loss around submerged and exposed unloaded dental implants: a radiographic and microbiological descriptive study. *Implant Dent.* 2002; 11: 162-169.
4. Misch CE, Dietsh-Misch F, Hoar J, et al. A bone quality-based implant system: first year of prosthetic loading. *J Oral Implantol.* 1999; 25: 185-197.
5. Mishra PK, Wu W, Rozo C, et al. Micrometer-sized titanium particles can induce potent Th2-type responses through TLR4-independent pathways. *J Immunol.* 2011; 187: 6491-6498.
6. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, et al. Peri-implant inflammation defined by the implant-abutment interface. *J Dent Res.* 2006; 85: 473-478.
7. Sawase T, Wennerberg A, Hallgren C, et al. Chemical and topographical surface analysis of five different implant abutments. *Clin Oral Implants Res.* 2000; 11: 44-50.
8. Bentley EM. The value of ultrasonic cleaners in dental practice. *Br Dent J.* 1994; 177: 53-56.
9. Jatzwauk L, Schöne H, Pietsch H. How to improve instrument disinfection by ultrasound. *J Hosp Infect.* 2001; 48(Suppl A): S80-S83.
10. Canullo L, Penarrocha D, Micarelli C, et al. Hard tissue response to argon plasma cleaning/sterilisation of customised titanium abutments versus 5-second steam cleaning: results of a 2-year post-loading follow-up from an explanatory randomised controlled trial in periodontally healthy patients. *Eur J Oral Implantol.* 2013; 6: 251-260.
11. Canullo L, Peñarrocha D, Clementini M, et al. Impact of plasma of argon cleaning treatment on implant abutments in patients with a history of periodontal disease and thin biotype: radiographic results at 24-month follow-up of a RCT. *Clin Oral Implants Res.* 2015; 26: 8-14.
12. Gratton DG, Aquilino SA, Stanford CM. Micromotion and dynamic fatigue properties of the dental implant-abutment interface. *J Prosthet Dent.* 2001; 85: 47-52.

13. Carr A, Brunski J, Labishak J, et al. Preload comparison between as received and cast to implant cylinders. *J Dent Res.* 1993; 27(Suppl 1): 190-195.
14. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, et al. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res.* 1996; 7: 201-211.
15. Gehrke P, Tabellion A, Fischer C. Microscopical and chemical surface characterization of CAD/CAM zircona abutments after different cleaning procedures. A qualitative analysis. *J Adv Prosthodont.* 2015; 7: 151-159.
16. Canullo L, Micarelli C, Iannello G. Microscopical and chemical surface characterization of the gingival portion and connection of an internal hexagon abutment before and after different technical stages of preparation. *Clin Oral Implants Res.* 2013; 24: 606-611.
17. Piattelli A, Pontes AE, Degidi M, et al. Histologic studies on osseointegration: soft tissues response to implant surfaces and components. A review. *Dent Mater.* 2011; 27: 53-60.
18. Dohan Ehrenfest DM, Coelho PG, Kang BS, et al. Classification of osseointegrated implant surfaces: materials, chemistry and topography. *Trends Biotechnol.* 2010; 28: 198-206.
19. Van Assche N, Pittayapat P, Jacobs R, et al. Microbiological outcome of two screw-shaped titanium implant systems placed following a split-mouth randomised protocol, at the 12th year of follow-up after loading. *Eur J Oral Implantol.* 2011; 4: 103-116.
20. Olefjord I, Hansson S. Surface analysis of four dental implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993; 8: 32-40.
21. Lacey DC, De Kok B, Clanchy FI, et al. Low dose metal particles can induce monocyte/macrophage survival. *J Orthop Res.* 2009; 27: 1481-1486.
22. Yang SY, Zhang K, Bai L, et al. Polymethylmethacrylate and titanium alloy particles activate peripheral monocytes during periprosthetic inflammation and osteolysis. *J Orthop Res.* 2011; 29: 781-786.
23. Geng D, Mao H, Wang J, et al. Protective effects of COX-2 inhibitor on titanium-particle-induced inflammatory osteolysis via the down-regulation of RANK/RANKL. *Acta Biomater.* 2011; 7: 3216-3221.
24. Canullo L, Micarelli C, Lembo-Fazio L, et al. Microscopical and microbiologic characterization of customized titanium abutments after different cleaning procedures. *Clin Oral Implants Res.* 2014; 25: 328-336.
25. Spaulding EH. Chemical disinfection and antisepsis in the hospital. *J Hosp Res.* 1972; 9: 5-31.
26. Garner JS, Favero MS. Guideline for handwashing and hospital environmental control. Atlanta: Centers for Disease Control; 1985.
27. Shulster L, Chinn RYW. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (CDC); 2003.